

BEST AVAILABLE COPY

특 1998-042097

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G06F 3/033

(11) 공개번호 특 1998-042097
(43) 공개일자 1998년 08월 17일

(21) 출원번호	특 1997-058149
(22) 출원일자	1997년 11월 05일
(30) 우선권주장	8/744,283 1996년 11월 06일 미국(US)
(71) 출원인	시넵틱스, 인크. 제임스엘. 라우
(72) 발명자	미국 95134 캘리포니아주 산 호세 오처드 파크웨이 2702 프리쉬조셉씨. 미국 94002 캘리포니아주 벨몬트 몬티넬탈 웨이 #5 1040 류그레고리아. 미국 94005 캘리포니아주 브라조번 트리니티 로드 290 클렛존씨. 미국 94539 캘리포니아주 프리몬트 프라데리아 씨를 868 알렌티모씨씨. 미국 96030 캘리포니아주 로스 가토스 소다 스프링스 로드 16100 셰뒤리차드알. 미국 94587 캘리포니아주 유니온 시티 립락 루프 35018 파진페드리코 미국 94022 캘리포니아주 로스 알토스 힐스 로블 블렌코 27910 주성민, 안국찬
(74) 대리인	

심사청구 : 없음

(54) 힘 센싱 터치패드

요약

힘 센싱 터치패드는 실질적으로 견고한 터치 표면과; 실질적으로 견고한 프레임 부재와; 터치 표면과 일체로 형성되며, 기존 프레임에 기계적으로 연결된 복수개의 스프링 구조와; 터치 표면에 인가된 힘에 응답하여 터치 표면의 미리 설정된 부분과 프레임의 미리 설정된 부분 간의 거리에 비례하는 캐패시턴스로부터 힘 정보를 유추하기 위한 회로를 포함한다.

도표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 현재의 바람직한 실시예에 따라 힘 센싱 터치패드의 상부 표면을 나타낸 상부도.
도 2a는 도 1의 힘 센싱 터치패드의 라인 2-2를 통하여 취해진 단면도.
도 2b는 도 2a의 힘 센싱 터치패드의 실시예의 변형을 나타낸 단면도.
도 3a는 터치 표면 위에 놓여진 보호층을 포함하는 본 발명에 따라 힘 센싱 터치패드의 대응적인 실시예를 나타낸 단면도.
도 3b는 보호층이 터치 표면의 하부에 놓여지는 것으로, 도 3a의 실시예와는 다른 본 발명에 따라 힘 센싱 터치패드의 대응적인 실시예를 나타낸 단면도.
도 4는 본 발명의 힘 센싱 터치패드의 입력 표면을 나타낸 하부도.
도 5는 본 발명에 따라 힘 센싱 터치패드의 가변 캐패시턴스를 측정하는데 사용될 수 있는 발견 회로의 개략도.

도 6은 본 발명의 터치 센서의 데이터 처리의 전체적인 구조를 나타낸 블록도.

도 7은 힘 센싱 터치패드를 외부 프레임에 장착하기 위한 현재의 바람직한 방법을 도시한 본 발명의 힘 센싱 터치패드의 외부 에지 부분을 나타낸 단면도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- 10 : 터치패드
- 12 : 프레임 부재
- 14 : 상부 평면 부재
- 16 : 스톱
- 18 : 터치 표면
- 20 : 스프링
- 22 : 외부 장착 링
- 24 : 커패시터
- 24a, 24b, 24c, 24d : 커패시터의 플레이트
- 26 : 에어 갭 유전체
- 32 : 압착 영역
- 34 : 채널
- 36 : 보호층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 컴퓨터 입력용 터치 센싱 디바이스에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 손가락과, 비전자 펜과 같은 다른 수동 물체를 감지할 수 있는 센서 패드에 관한 것이다.

손가락 및/또는 다른 수동 물체가 가해지는 것을 감지할 수 있는 입력 패드를 설계하기 위한 몇가지 종래 기술들이 있다. 이들 기술은 현재 이용되고 있지만, 이들 각각은 한계를 가진다.

저항성 패드들은 두개의 도전성 플레이트(conductive plates)를 포함한다. 이 패드들은 수동 물체가 두 개의 도전성 플레이트를 함께 누르므로써 동작한다. 저항성 패드의 단점은 두 도전성 플레이트들 사이가 접촉되도록 손가락에 큰 양의 압력을 요구한다는 것이다. 이것은 사용자를 피로하게 하며, 패드를 빨리 닳아 없어지게 한다.

용량성 터치패드들은 그라운드(ground)에 대한 수동 물체의 커패시턴스를 측정하거나, 다른 센서들 간의 양단 커패시턴스의 변화를 측정하므로써 동작한다. 용량성 터치패드의 일 예는 밀러(Miller)에 의한 미국 특허 제 5,495,077호에 기술되어 있다. 용량성 패드들은 제조하기에 값싸다. 이 용량성 패드들은 복잡한 기계적 구조나 유별난 제조 단계들을 필요로 하지 않는다. 그러나, 용량성 터치패드들은 커다란 물체만을 감지할 수 있다. 첨필(stylus)의 끝과 같은 작은 물체는 용량성 터치패드에 의해 검출될 만큼의 충분한 양단 커패시턴스 혹은 그라운드에 대한 충분한 커패시턴스를 가질 수 없다.

표면 음파 장치는 패드 표면을 따라 음을 방출하고 이 음과 수동 물체의 상호반응을 측정하여 동작한다. 이들 디바이스는 잘 작동하지만, 일반적인 제품에 비해 훨씬 더 비싸다.

듀웨어(Duwaer)에 의한 미국 특허 제 5,231,381호에서 교시된 것 처럼, 분리된 병렬의 센서들을 사용하여 다수의 기술들이 결합되었다. 그러나, 듀웨어는 활성 펜을 가지고 작업하는 첨필 기술의 사용만을 교시 하였다. 또한, 두개의 전체적으로 분리된 기술들을 사용해야 하는 필요성은 입력 디바이스의 비용을 현저하게 증가시킬 수 있다.

최종적으로, 터치패드 상의 수동 물체에 의해 가해진 힘의 위치와 크기를 측정하기 위한 힘 센서(force sensor)를 사용하는 장치가 있다. 힘을 감지하는 터치패드는 사물의 조성물 또는 전기적 도전성과는 무관하게, 어떤 종류의 수동 물체에 의해 가해진 힘을 감지할 것이다.

컴퓨터와 같은 소비자 장치에 사용하기 위한 힘에 기초한 터치 센서는 값싸고 정확해야만 한다. 그러한 장치에 요구되는 정확도는 약 1 그램으로부터 약 300 그램까지의 압력 범위를 초과하여 9비트의 위치적 정확도를 가지고 손가락과 펜들을 감지할 수 있는 능력이 있다. 이 정확 레벨은 14비트의 잡음 플로어(noise floor)를 가지고 약 15밀(mils)에 도달할 때까지의 통상적인 변위를 측정할 수 있는 센서를 요구한다. 이 잡음 플로어는 약 23m의 변위에 대응한다. 만약 힘에 기초한 터치 센서가 노트북 컴퓨터에 사용된다면, 예컨대 최대 두께가 약 200밀 보다 작을 만큼 얇아야만 한다.

페로뉴우(Peronneau)와 로버(Roeber) 특허는 복잡한 기계적 설계를 가지는 터치패드를 교시하여, 터치패드의 비용을 상승시켰으며, 바람직한 두께보다 더 두껍게 하였다. 페로뉴우와 로버 장치의 다른 한계점은 패드에 인가된 힘을 가로지르는 것으로 인해 부정확할 수 있다는 것이다.

페로뉴와 로버는 힘 측정 장치와 같은 스트레인 게이지(strain gauge)의 사용법을 공개하였다. 차후의 힘 감지 패드를(예를 들면, 진디(Gindy)에 의한 미국 특허 제4,621,533호; 피몰러(Peemoller)에 의한 미국 특허 제4,697,049호; 플로워(Flowers) 등에 의한 미국 특허 제5,038,142호; 페가드(Fegard) 등에 의한 미국 특허 제5,327,164호; 영(Young)에 의한 미국 특허 제5,241,308호; 델마스(Delmas)에 의한 미국 특허 제5,488,873호; 가윈(Garwin)에 의한 미국 특허 제4,511,760호)은 또한 스트레인 게이지, 힘 감지 저항체, 혹은 압전 센서를 사용한다. 또한, 로버는 선형 가변 차동 변압기(LVDTs) 및 가변 자기 저항 픽업들과 같은 대용적인 스트레인 센싱 기계를 공개하였다. 이들 모든 힘 측정 장치들은 터치패드에 부가되는 별도의 제조 단계를 및/또는 부가적인 조립을 요구한다. 따라서, 이 힘 측정 장치들은 터치패드의 비용을 상승시킨다.

디코스타(DeCosta) 등에 의한 미국 특허 제4,355,202호와 로버트(Roberts) 등에 의한 미국 특허 제5,376,948호는 인가된 힘으로 인한 힘 감지 입력 장치의 변위를 측정하기 위한 가변 용량 변환기의 사용법을 교시한다. 이 두 특허들은 복합 부품들을 가지며 기계적으로 복잡한 장치를 교시한다. 이 복잡성은 시스템의 비용을 상승시키며, 터치패드를 바람직하지 못한 두께로 만든다.

기무라(Kimura)에 의한 미국 특허 제4,550,384호는 단일 조각의 재료의 스트레인 부분상에 놓여진 스트레인 게이지를 가지고, 단일 조각의 재료로 구성된 힘 감지 터치패드를 개시한다. 기무라에 의한 이 기계 설계는 힘 감지 패드의 두께와 비용을 감소시킨다. 또한, 기무라의 기계 설계는 단일 조각의 재료가 상하 이동을 자유롭게 하지만 수평이동은 쉽지 않기 때문에 터치패드의 정확도를 증가시킨다.

그러나, 기무라 터치패드는 스트레인 게이지의 사용을 필요로 한다. 전술된 바와 같이, 스트레인 게이지는 인쇄 회로 기판 상에 장착될 추가의 성분 혹은 특별한 제조 단계를 요구하기 때문에 장치의 비용을 증가시킨다. 스트레인 게이지로 하여금 인쇄 회로 기판의 표준 구리 트레이스(traces)를 추적할 수 있게 하지만, 이러한 적용은 정확도가 불충분하다. 게다가, 기무라에 의해 교시된 기계적 구조는 비대칭적이다. 이 비대칭성은 터치패드의 기대하지 않았던 비선형 응답으로 미룰 수 있다.

지금 까지, 정확도와 비용간의 트레이드 오프(tradeoff)는 힘 센싱 기술들의 광범위한 이용을 방해하였다. 실제 모든 힘에 기초한 터치 센서 임무에 대하여 요구되는 정확도를 나타낼 수 있는 전술된 몇몇의 센서 기술들은 각기 결점을 가진다. LVDT와 레이저 간섭계는 널리 사용될 수 없는 실질적인 물결로 만들기 위해 수백 혹은 수천 달러의 비용이 든다. 스트레인 게이지 혹은 납-아연 티탄산염 압전 센서들은 이들 기술에서 보다 값싸며, 다소 덜 정확하지만, 여전히 제조에 대한 특별한 재료를 요구하기 때문에, 센서에 대한 가격 포인트를 받아들이 수 없는 수준까지 상승시킨다.

상대적으로 값싼 재료들을 사용하여 힘을 측정할 수 있는 다른 기술들이 있다. 예를 들면, 야니거(Yaniger)에 의한 미국 특허 제5,296,837호는 힘을 측정하기 위하여 저항성 과립(granule)을 사용하는 재료를 기술한다. 또한, 킨(Kynar)에 의해 만들어진 값싼 압전 재료들은 힘을 측정할 수 있다. 이들 시스템은 힘에 기초한 터치패드의 4개의 코너에서 너무 부정확해서 센서로서 사용할 수 없다.

전술된 현존의 센싱 기술의 이용에도 불구하고, 종래 기술에서는 충분한 정확도를 가지는 저비용의 센서를 제공할 수 없었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 종래기술의 일부 결함을 극복할 수 있는 힘 센싱 기술을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 값이 저렴하면서도 높은 정확도를 가지는 힘 센싱 기술을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 낮은 높이의 프로파일을 가지는 힘 센싱 기술을 제공함에 있다.

본 발명은 종래 기술의 한계를 극복하기 위한 것이다. 본 발명은 스트레인 게이지 대용으로 다양한 용량성 힘 변환기를 사용하기 때문에 값이 저렴하다. 또한, 두께의 기계적 조각만으로 구성된 전체 조립품은 비용을 감소시키며, 랩탑(laptop) 컴퓨터에 사용하기에 적합한 매우 얇은 입력 장치의 구조를 허용한다.

힘을 센싱하는데 사용되기 때문에, 본 발명의 힘 센싱 터치패드는 손가락과 침필을 사용하는데 넓게 적용할 수 있다. 본 발명의 힘 센싱 기술은 패드 서스펜션(pad suspension)은 패드의 터치 표면과 일체로 형성되며, 대칭적 기계 구조를 사용하여 창출되기 때문에 정확하다. 본 발명의 힘 센싱 터치패드는 제조, 정확도에 대해 값이 저렴하며, 매우 작은 부피를 소모하기 때문에, 휴대용 컴퓨터와 같은 장치에 사용될 수 있다.

본 발명의 힘 센싱 기술은 복수개의 스프링들을 이용하여 터치 표면을 기준 프레임까지 운반하는 상부 평면 부재와 기계적으로 결합됨에 의해 터치 표면에 가해진 힘의 양과 위치를 측정한다. 가장 낮은 비용을 위하여, 이들 스프링들은 분리된 스프링들이 프레임과 터치 표면 사이에 결합될 수 있다고 할지라도, 바람직하기로는 터치 표면과 일체로 형성된다. 터치 표면의 각 코너에서의 힘은 터치 표면의 각 코너의 변위를 측정하여 판정된다. 이들 변위를 측정하여, 각 센서에서의 힘의 모멘트(moment)가 판정될 수 있다. 이들 힘 모멘트로 부터, 인가된 힘의 크기 및 위치가 계산될 수 있다.

이 변위는 상부 평면 부재 상에 배치된 가변 커패시터의 일측 플레이트와, 기준 프레임 상에 배치된 타측 플레이트를 가지는 가변 커패시터를 각 코너에 위치시켜 측정된다. 힘이 터치 표면에 인가될 때, 터치 표면은 기준 표면에 더 가까이 이동하고, 각 커패시터의 커패시턴스는 커패시터 플레이트 분리에서의 속도의 단조함수처럼 변한다. 이 스프링들은 바람직하기로는 4개의 접혀진 대칭성을 가지며, 커패시터들의 플레이트는 센서의 선형성을 향상시키기 위하여 터치 표면과 같은 에스펙트 비를 가질 수 있다. 오물과 먼지를 발견기 플레이트로 부터 제거하기 위하여, 감압은 먼지를 모으기 위하여 플레이트로 부터 떨어져 있으며, 프레임 부재 하단에 포함될 수 있거나 시스템은 얇은 보호 커버층으로 봉인될 수 있다.

센서에 있어서 각 커패시터들의 커패시턴스는 각 커패시터를 분리된 발전 회로에 위치시켜 측정될 수 있

다. 각각의 개별 발전기의 발전 주파수는 그 커패시터의 커패시턴스의 단조 함수(monotonic function), 즉 터치 표면과 기준 프레임 상의 맞은편에 장착되는 커패시터 플레이트들 간의 거리의 함수이다. 터치 표면 상의 물체의 위치와 가해진 힘의 크기는 발전기 출력 주파수로 부터 판정된다.

본 발명의 구성 및 작용

본 발명의 후속되는 서술은 단지 설명하기 위한 것이지만 어떤 방법의 한계는 아님을 본 분야의 통상의 기술을 가진 자는 이해할 것이다. 본 발명의 다른 실시예들은 그러한 숙련된 자에게는 즉시 제시될 것이다.

우선, 도 1과 도 2a를 참조하면, 본 발명에 따른 힘 센싱 터치패드(10)의 단면도가 각기 나타난다. 도 2a의 단면도는 도 1의 라인 2-2를 통하여 취한 것이다. 터치패드(10)는 금속 스탬핑(metal stamping)과 같은 견고한 재료로 부터 형성될 수 있는 프레임 부재(12)를 포함한다. 예를 들면, FR4 인쇄 회로 기판 재료 혹은 스탬핑된 재료 등과 같은 재료로 부터 형성되는 상부 평면 부재(14)는 복수개의 스프링 부재들을 제공하여 서스펜션 시스템을 형성하기 위하여 프레임 부재(12)와 결합된다.

본 발명의 현재 바람직하며, 예종의 실시예에 따르면, 상부 평면 부재(14)는 다른 형태들이 본 분야의 통상적인 기술을 가진 자들에 의해 즉시 제시될 것이라고 할지라도 "각각" 형태로 형성된다. 본 분야의 통상의 기술을 가진 자들은 이하에 개시된 본 발명의 예종의 실시예에서의 상부 평면 부재(14)로 취해진 기하학적 형태는 본 발명의 사상이 적용될 수 있는 응용과 극적으로 결합하여 변화할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

현재의 바람직한 실시예에서와 같이, 본 발명의 서스펜션 시스템은 복수개의 슬롯(16)들을 상부 평면 부재(14)에 함몰하여 간단하게 단일 단계에서 형성된다. 이 실시예에 있어서, 슬롯들(16)은 상부 평면 부재(14)를 포함하는 단일 조각의 재료를 내부 영역 터치 표면(18), 복수개의 스프링부(20), 외부 장착 림(22)으로 분할한다. 현재의 바람직한 실시예에서와 같이, 슬롯들(16)은 기계 설계로 인한 어떤 비 이상성을 감소시키기 위하여, 이상적으로 4개의 접혀진 대칭성을 나타내도록 위치된다. 단일 단계에 의해 정해진 외부 장착림(22)은 본 발명의 서스펜션 시스템을 형성하기 위한 잘 알려진 방법을 사용하여 기준 프레임 부재(12)의 주변에 쉽게 부가될 수 있다.

이하에 나타난 바람직한 실시예에 따르면, 모든 스프링들(20)이 동일한 길이이며, 그리하여 이상적으로 매칭되도록 하기 위하여, 수평 슬롯들(16)은 상부 평면 부재(14)의 좌측과 우측 상에 수직 슬롯들(16)과 동일한 길이를 가진다. 여기서 이루어진 측정, 특히 작은 힘 측정의 정확도를 저하시키는 터치 표면(18)의 실질적인 변형없이 터치 표면(18)로 부터 인가된 힘을 스프링부(20)에 선형적으로 전송하기 위하여, 상부 평면 부재(14)를 형성하는 재료는 실질적으로 견고해야만 한다.

여기에 개시된 예종의 실시예를 위하여, 손가락이나 손등 찰흙과 같은 물체에 의해 힘이 인가된다는 것을 고려할 수 있지만, 본 분야의 통상의 기술을 가진 자는 본 발명이 그러한 물체들이 가할 수 있는 힘의 범위의 밖의 힘을 감지할 수 있도록 스케일(scale)될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 본 발명의 힘 센싱 터치패드는 상부 평면 부재(14)와 프레임 부재(12) 상의 맞은편에 있는 점들 간의 물리적 분리를 가해진 힘의 결과로서 감지하여 동작한다.

도 2a의 단면도는 상부 평면 부재(14)의 외부 장착림(22)과 프레임 부재(12) 간의 콘택 정렬(contact alignment)을 나타내며 본 발명의 원리의 예종적인 응용을 나타낸다. 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 복수개의 커패시터들(24)은 터치 표면(18)의 주변에 배치된다. 참조 부호(24a)로 지정된 각 커패시터의 상부 플레이트는 터치 표면(18)의 하부 상에 배치되는 반면에, 참조 부호(24b)로 지정된 나머지 플레이트는 프레임 부재(12)상에 배치되거나 일체로 형성된다.

각 커패시터의 플레이트들(24a, 24b)은 예어, 꺾 유전체(26)에 의해 분리된다. 현재의 바람직한 실시예에서와 같이, 대항하는 플레이트들(24a, 24b) 간의 거리는 터치 표면(18) 상에 가해진 힘이 없이 약 5 밀과 20 밀 사이이다. 설계 트레이드오프(tradeoff)에 따르면, 더 작은 커패시터 플레이트 분리는 뿔뿔한 스프링들(20)을 사용하게 하며, 터치 센싱(10)을 외부 진동에 대해 덜 민감하게 한다. 그러나, 제조 오차 허용도(manufacturing tolerance)는 더 작은 커패시터 플레이트 분리를 이용하는 설계에 보다 중요하다. 약 5 밀과 약 20 밀 간의 힘이 가해지지 않은 상태의 커패시터 분리 범위는 트레이드오프의 양 쪽으로 부티 수용되도록 발견된다. 본 분야의 통상의 기술을 가진 자는 본 발명의 다른 실시예들이 단지 예어 꺾 유전체(26)의 치수를 변화시키고 스프링을 뿔뿔하게 변화시켜서 달성될 수 있다는 것을 심사숙고하여 이해할 것이다.

본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 프레임 부재(12)는 스탬핑된 금속과 같은 도전성 재료로 형성되며, 전기적으로 접지된다. 이러한 실시예에 있어서, 커패시터 플레이트(24b)는 프레임 부재(12)와 일체로 형성된다. 손가락이나 찰흙(28)이 터치 표면(18) 상에 압착되는 경우, 모든 커패시터들(24)의 커패시터 플레이트들(24a, 24b)은 함께 더 근접하게 되며, 그에 따라 커패시터(24)의 커패시턴스가 증가된다. 손가락이나 찰흙(28)이 터치 표면(18)의 중심에 직접적으로 위치된다면, 각 커패시터(24)의 대항하는 플레이트들 간의 거리는 동일한 양 만큼 감소될 것이고, 이에 따라 모든 커패시터들(24)에 대한 이상적인 커패시턴스 변화가 이론적으로 생성된다. 그러나, 손가락 혹은 찰흙(28)이 터치 표면(18)의 중앙 이외의 위치에 위치된다면, 개개의 커패시터들(24)의 대항하는 플레이트들 간의 거리는 터치 표면(18) 상의 손가락 혹은 찰흙(28)의 위치에 의존하는 상이한 양만큼 각기 감소될 것이며, 그 커패시턴스 변화는 다른 것이다.

상부 평면 부재(14)가 인쇄 회로 기판 재료로 이루어진다면, 커패시터 플레이트들(24a)은 그 하부 표면 상에 구리 트레이드로 부터 형성될 수 있다. 또한, 도 5를 참조하여 여기서 기술될 본 발명을 위한 센싱 회로와 같은 다른 회로 소자들(30)은 상부 평면 부재(14)의 하부면 상에 위치될 수 있다. 이러한 배치는 소형이면서 집약적인 힘 센싱 터치패드를 허용한다. 본 분야의 통상적인 기술을 가진 자들은 참조 부호(30)이 상부 평면 부재(14)의 하부 상의 단일 구조를 도시적으로 지정하는 반면에, 하나 이상의 집적 회

로 및/또는 개별 소자들과 같은 복합 독립 구조는 회로(30)를 구성하기 위하여 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

커패시터 플레이트들(24)의 바로 인접한 부근은 외부 잡음으로 부터 커패시터 플레이트들(24)을 보호하기 위하여 접지된다. 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 전체 프레임 부재(12)는 접지된 금속 물체이다. 본 분야에서의 통상적인 기술을 가진 자들에게 명백한 것 처럼, 프레임 부재(12)는 바람직하기로는 터치 표면(18)의 중앙 하부로 부터의 잡음 발산으로 부터 커패시터 플레이트들(24b)을 보호하기 위한 접지 플레인(ground plane)을 제공하기 위하여 도 2a에 나타난 것 처럼 커패시터 플레이트들(24b)과 떨어져 그 내부에 신장된다. 또한, 터치 표면(18) 위로 부터 노이즈가 발산되는 것으로 부터 커패시터 플레이트들(24)을 보호하기 위하여, 상부 평면 부재(14)의 상부면도 접지된다. 상부 평면 부재(14)의 상부면은 전체 센서에 대한 접지 플레인(ground plane)인데, 이는 회로(30) 및 프레임 부재(12)에 접지를 제공하게 된다. 터치 표면(18)의 상부면은 터치를 좋게 느끼게 하기 위하여, 마일라(mylar)의 얇은 층으로 덮혀진다.

대용의 실시예에서와 같이, 회로(30)는 프레임 부재(12)의 상부면 상에 위치될 수 있다. 프레임(12)는 인쇄 회로 기판 재료로 이루어질 수 있으며 접지되지는 않는다. 그 대신에, 상부 평면 부재(14)의 하부면은 접지될 수 있다. 이 대용의 실시예는 회로(30)로 부터 커패시터 플레이트(24b)로의 연결이 더 높은 제조 비용을 초래하기 때문에 그렇게 양호하지는 않다.

대용으로써, 도 2b에 나타난 바와 같이, 한 조각의 회로 기판 재료(25)는 설계자로 하여금 상부 평면 부재(14)용 인 청동(phosphor-bronze) 혹은 스프링 스틸 같은 재료를 사용할 수 있게 하는 터치 표면(18)의 하부에 장착될 수 있다. 본 분야의 통상의 기술을 가진 자들은 전체 힌 센싱 터치패드의 조립을 더 복잡하게 만든다고 할지라도, 그러한 재료들이 표준 인쇄 회로 기판 에폭시(epoxy)/글래스(glass) 복합체 보다는 (크립(creep)과 같은) 스프링 성질을 가진다는 것을 이해할 것이다.

본 발명의 힌 센싱 터치패드(10)의 정상적인 사용 동안, 오물, 먼지, 액체, 그 밖의 부스러기들은 슬롯들(16)을 통하여 떨어질 수 있으며, 에어 캡 유전체(26)에 실려서 힌 센싱 터치패드의 동작을 간섭할 수 있다. 이러한 문제를 완화시키기 위하여, 프레임 부재(12)는 커패시터 플레이트들(24b)의 하부에 있으며 이들과 떨어진 위치에 있는 먼지 수집 영역들을 포함하는 압착 영역들(32)을 제공할 수 있다. 이 압착 영역들(32)은 오물, 먼지, 액체 및 그 밖의 부스러기들이 커패시터 플레이트들(24a, 24b) 간의 에어 캡 유전체(26)로 옮겨가는 것을 방지한다. 압착 영역들(32)은 슬롯들(16) 하부에 배치될 수 있으며, 바람직하기로는 터치 표면(18)의 전체 둘레를 따라 배치될 수 있다. 커패시터 플레이트들(24a, 24b)로 부터 떨어져 있는 주변의 부품들을 위하여, 채널(34; 도 2a와 도 2b에 파선(dashed line)으로 나타남)은 그들 이 과도하게 넘치는 것을 방지하기 위하여 압착 영역들(32) 하부를 절단할 수 있다.

본 발명의 대용적인 실시예의 단면도는 도 3a에 나타난다. 도 3a의 실시예는 힌 센싱 터치패드의 상부가 얇은 보호층(36)으로 완벽하게 봉인된다는 것을 제외하고, 도 2a 및 도 2b에 나타난 것과 유사하다. 이 보호층(36)은 예를 들면, 약 2mil의 근처의 두께를 가지는 한장의 네오프렌(neoprene) 혹은 유사 재료로 형성될 수 있다. 도 3a의 실시예는 먼지에 대하여 면역성을 가지지만, 보호층은 터치 표면(18)상의 층(36)에 의해 인가된 미소한 토크(torque)로 인해 터치 센서의 정확도에 영향을 미칠 수 있다. 본 분야의 통상적인 기술을 가진 자들은 도 3a의 실시예가 전체적으로 봉인되어, 오물 및 먼지의 침투를 방지하며, 이로 인해 압착 영역(32)와, 이들과 연관된 채널들(34)을 필요로 하지 않는다는 것을 이해할 것이다.

도 3b를 참조하면, 도 3a의 것과 유사한 대용의 실시예가 단면도로서 도시되었다. 도 3b의 실시예는 네오프렌층(36)이 터치 표면(18) 하부에 배치된다는 점에서 도 3a에 도시된 것과 다르다.

도 4를 참조하면, 상부 평면 부재(14)의 하부도가 도시되었다. 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 상부 평면 부재(14) 상에 장착되거나 일체로 형성된 커패시터 플레이트들은 제로(zero)가 아닌 사이의 커패시터들을 가로지르는 커패시터의 경사에 의한 비선형 응답을 삭제하기 위하여, 터치 표면(18)과 같은 에스펙트 비를 가진다. 따라서, 도 4에 나타난 바와 같이, 커패시터 플레이트들(24a)의 면들은 터치 표면(18)의 길이와 폭의 동일 에스펙트 비를 생성하기 위하여 선택된 길이와 폭을 가진다.

본 발명에 따라 제조된 힌 센싱 터치패드의 실제적인 실시예에 있어서, 커패시터 플레이트들(24a)은 인쇄 회로 기판 재료 상에 구리 패드로 형성되지만, 커패시터 플레이트들(24b)는 접지되며 금속성 물체인 프레임(12)과 일체로 형성된다. 현재의 바람직한 실시예에 있어서, 커패시터 플레이트들(24a)은 터치 표면(18)의 에스펙트 비를 매칭시키기 위하여 690mil x 460mil의 치수로 형성된 사각 형태이다. 11mil의 통상적인 에어 캡 유전체 두께를 가지는 경우, 커패시터들(24)은 각기 힘이 가해지지 않은(no-force) 약 20pf의 커패시턴스를 가진다.

도 4의 시험으로 부터 알 수 있는 바와 같이, 상부 평면 부재(14) 상에 장착된 회로(30)는 커패시터 패드들(24a) 및 도전체(38)를 통하여 상부 평면 부재(14) 상부와는 다른 곳에 위치한 회로들과 교신한다. 도전체(38)는 힌 측정예 영향을 미치지 않고 터치 표면(18)의 하부 상에 장착된 회로로 부터 전기 신호들을 결합하는 편리한 방법을 제공하는 상부 평면 부재(14)를 형성하는데 사용된 재료 상에 형성된 트레이스들이 있다. 본 분야의 숙련된 자들에게는 명백한 바와 같이, 오프 센서 연결에 사용되는 도전체(38)의 일측 끝단은 외부 시스템에 연결되도록 하기 위하여, 기존 프레임 부재(12)에 의해 도포되도록 하여야한다. 오프 센서 연결에 사용되는 도전체(38)는 상부 평면 부재(14)의 주요 사각 중심을 벗어나 신장하는 재료의 탭(39) 상에서 종료될 수 있다. 2개의 대표적인 도전체들(38)이 도면에서의 오프 센서 연결을 위하여 도시되었지만, 본 분야의 숙련된 자들은 본 발명을 구체화하는 실제 시스템에 사용된 도전체들의 수가 심사숙고되어 특정 설계에 따라 반영될 것이라는 것을 이해할 것이다. 바깥 세계에 대한 접지 연결은 또한 탭(39) 상의 컨넥터를 통해서 위치될 수 있다. 이 접지 연결은 전체 센서에 대하여 접지를 제공하기 위하여, 상부 평면 부재(14)의 상부 표면에 연결될 것이다.

상부 평면 부재(14)는 인쇄 회로 재료로 부터 형성되는 본 발명의 실시예에 있어서, 도전체(38)는 커패시터 플레이트(24a)에서와 같은 인쇄 회로 재료 상의 도전성 트레이스 처럼 형성될 수 있다. 신호들을 회

로(3)으로/으로 부터 전송하는 배선을 제공하는 것과 같은 다른 상호연결 방법들이 가능하다는 것이 이해될 것이다. 이러한 다른 상호연결 방법들은 상부 평면 부재(14)와 프레임 부재(12)간의 기계적인 기계적 결합을 도입할 수 있기에, 시스템의 정확도, 특히 작은 힘의 정확한 검출을 잠재적으로 저하시킬 수 있다. 상부 평면 부재(14) 상에 트레이스가 없는 회로(30)에 연결된 배선들은 센서 정확도의 저하를 최소화할 수 있을 정도로 알아야 한다는 것이 본 분야의 숙련된 자에게 명백할 것이다. 상부 평면 부재(14)의 고정된 외부 장착링(22)과 교신하는 오프 센서 연결에 사용된 트레이스 도전체들(38)을 제공하는 것은 신호 배선들에 의한 비정확성을 제거하고 가려진 힘(예를 들면, 1 gram)을 감지하기 위한 본 발명의 실시예의 목적을 일차시키기 위한 것이다. 도 2b에 나타난 대응의 실시예는 오프 센서 접속 추적 도전체들(38)을 사용하지 못하게 한다.

커패시턴스를 측정하는 많은 다른 방법들이 본 분야에서 잘 알려져 있다. 예를 들면, 회로들은 플레이트들 간의 AC 커패시턴스를 측정하는데 사용될 수 있거나, 커패시터 상의 차아지를 변경하여 전압 변화 결과치를 측정하는데 사용될 수 있다. 다른 커패시턴스 측정 회로들은 본 분야의 숙련된 자들에 의해 제시될 수 있다.

도 5를 참조하면, 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 발전기(40)은 모든 쌍의 커패시터 플레이트들(24a, 24b)과 연결된다. 플레이트들(24b)는 접지를 유지한다. 각 발전기(40)는 커패시터 플레이트들(24b)와 공통 접지를 공유하며, 저항(44)를 통하여 플레이트(24a)를 교번적으로 충전하는 출력 노드(42) 상의 디지털 구형파를 생성하기 위하여 플레이트(24a) 상의 전압을 감지한다. 발전 회로(40)은 널리 알려진 555 발전 집적 회로로 구성될 수 있으며, 그 필수 구성은 설명 목적으로 나타내었다. 555 발전기의 일부 내부 회로는 참조의 목적으로 도 5에 도시하였다.

출력 노드(42) 상의 구형파의 주파수는 플레이트들(24a, 24b) 간의 커패시턴스에 역비례한다. 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 회로가 매우 넓은 주파수 범위를 초과하여 기능할 수 있다고 할지라도, 도 5의 발전기의 발전 주파수가 대략 100 kHz가 되도록 저항(44)의 값이 선택된다. 주파수의 설정은 정확도와 전원 소모간의 트레이드오프를 발생시킨다. 주파수가 낮아지게 됨에 따라, 전원 소모량은 주파수에 대해 선형적으로 감소된다. 그러나, 발전기에서의 위상 잡음은 주파수가 더 낮게 됨에 따라 터치패드의 정확도를 점차적으로 낮게 할 것이다. 100 kHz가 정확도와 전원 소모 간의 양호한 트레이드오프를 것을 발견하였다.

커패시터(46)는 어떤 주파수 이하의 전원 공급 잡음을 제거하기 위하여 제공되는 필터링 커패시터이다. (555 집적 회로의 내부) 저항(48)의 값과 곱해지는 커패시터(46)의 값은 12ms와 같은 시스템에 사용되는 전형적인 샘플링 시간 보다 작게 되도록 선택되어야 한다. 현재의 바람직한 실시예에 있어서, 저항(48)의 값과 곱해지는 커패시터(46)의 값은 10ms가 되도록 선택된다.

본 분야의 숙련된 자들에게는 명백한 바와 같이, 다른 발전 회로들이 슈미트 트리거와 같은 발전기(40)의 대응으로 사용될 수 있다. 555 집적 회로 발전기는 전원 공급 감도를 최소화하기 위하여 선택되어 왔다. 또한, 저항 대신에 전류원을 사용하는 발전 회로를 사용하는 혼합 신호 VLSI ASIC 집적 회로가 본 발명에 사용될 수 있다는 것을 본 분야의 숙련된 자라면 이해할 것이다.

도 6를 참조하면, 출력 노드는 본 발명의 터치 센서의 데이터 처리의 전체적인 구조를 나타낸다. 각 커패시터(24)는 출력 노드(42) 상의 구형파를 주기 판정 회로(50)에 송신하는 발전기(40)과 연결된다. 출력 노드(42) 상의 구형파의 주파수 및/또는 주기는 본 분야에서 잘 알려진 디지털 회로들을 사용하여 매우 정확하게 측정될 수 있다. 많은 그러한 회로들이 잘 알려져 있으며 상당한 정확도를 산출할 것이다. 그러한 회로의 도식적인 예에 대하여는, 질모어(Billmore)에 의한 미국 특허 제4,027,146호, 브루넷(Brunnet)에 의한 미국 특허 제4,052,620호, 또는 왈드만(Waldmann) 등에 의한 미국 특허 제4,350,950호를 참조하라. 매 코너(corner)에서 커패시터(24)에 의해 구동되는 발전기에 대하여, 주기가 결정되었다면, 마이크로 프로세서(52)는 터치패드 상에 인가된 힘(Z)의 양과 인가된 힘의 X 및 Y 위치를 계산하여 이용할 수 있다. 이 마이크로 프로세서에서 연산되는 계산은 지금 개시된다.

발전기(40)의 발전 주기는 방정식 $T = KC$ 에 따라 커패시터(24)의 커패시턴스에 비례한다. 여기서, T는 주기이고, C는 커패시턴스이며, K는 사용된 회로에 의존하는 상수이다. 커패시턴스 C는 방정식 $C = C_0 + C_1/d$ 에 의한 커패시터 플레이트들(24a, 24b) 간의 거리에 관한 것이다. 여기서, C_0 는 백그라운드 커패시턴스이고, C_1 은 비례 커패시턴스이며, d는 플레이트들 간의 거리이다. 이들 방정식을 결합하면 $d = b/(T - a_0)$ 가 된다. 여기서, a_0 와 b는 상수들이다.

FEM로 제조된 스프링들(20)은 선형에 매우 근접하며, 코너 상에 인가된 힘 F는 방정식 $F = s(d_0 - d)$ 에 의존한다는 것을 의미한다. 여기서, s는 스프링의 힘이고, d_0 는 터치 표면(18)에 어떠한 힘도 가해지지 않았을 때 커패시터 플레이트들 간의 거리이다.

대수학의 조작후, 코너 상의 힘은 방정식 $F = a_1(T - T_0/T - a_0)$ 를 통하여 주기에 관련될 수 있다. 여기서 a_0 는 위에서 정의되었고, a_1 은 상수이며, T_0 는 터치 표면(18)에 어떠한 힘도 가해지지 않았을 경우의 발전기의 주기이다. 따라서, 발전기 주기에 기초한 힘을 판정하기 위하여, 3개의 상수(T_0 , a_0 , a_1)가 결정되어야 한다.

상수 T_0 는 터치 표면(18)에 어떠한 힘도 가해지지 않았을 경우의 발전기의 주기를 측정하여 결정된다. 발전기의 표류를 추적하기 위하여, 마이크로 프로세서(52)는 터치 표면에 어떠한 힘도 가해지지 않았을 때 주기적으로 검출하여 힘이 인가되지 않았을 경우의 주기 T_0 를 기억한다. 노 포오스(no force) 간격의 검출은 본 분야에 잘 알려져 있으며, 앨런(Allen) 등에 의한 미국 특허 제5,543,591호에 개시되었다.

앨런의 공지된 힘들이 패드의 정확한 중심에 인가되고 발전기들의 주기가 측정되는 경우, 상수 a_0 , a_1 은

제조 시점에서 측정된다. 상수 a_0, a_1 은 a_0, a_1 에 관련하여 함수

$$Q \sum_{i=0}^i [F_i(T_i - a_0) - a_i(T_i - T_0)]^2$$

를 최소화하기 위해서 본 분야에서 잘 알려진 바와 같이, 적당한 최소자제곱으로 부터 계산될 수 있는데, 여기서, F_i 는 (전형적으로 전체 힘이 4 등분된) 코너에 인가된 i 번째 공지된 힘이고, T_i 는 동일한 코너의 i 번째 측정된 주기이다.

각 코너에서의 힘이 계산되었다면, 마이크로 프로세서(52)는 로버에 의한 미국 특허 제 4,121,049호에 개시된 방법을 통하여 인가된 힘의 크기와 위치를 계산할 수 있다. 전체 힘 $Z(Z = F_1 + F_2 + F_3 + F_4)$ 는 4 코너 힘들 $F_1 \sim F_4$ 의 합계이다.

인가된 힘의 X 위치($X = (F_1 + F_2 - F_3 - F_4)/Z$)는 2개의 우측 힘들(F_1 과 F_2)에서 2개의 좌측 힘들(F_3 과 F_4)을 감하고, 이를 Z 로 평균낸 것이다.

인가된 힘의 Y 위치($Y = (F_1 + F_3 - F_2 - F_4)/Z$)는 2개의 상부 힘들(F_1 과 F_3)에서 2개의 하부 힘들(F_2 과 F_4)을 감하고, 이를 Z 로 평균낸 것이다.

요약하면, 터치패드의 각 코너에 인가된 힘을 대응되는 발전기(40)의 주기로 부터 유추하기 위한 방법이 개시되었다. 이 방법은 발전기(40)의 주기가 커패시터 플레이트들(24a, 24b) 간의 거리의 단조 함수라는 사실에 의존하며, 각 코너에 인가된 힘은 동일한 거리의 단조 함수이다. 따라서, 이 거리는 명백하게 계산될 필요는 없으며, 거리량만이 조작된다.

도 7을 참조하면, 본 발명의 힘 센싱 터치패드(10)의 외부 에지 일부의 단면도는 휴대용 컴퓨터 혹은 키보드의 외부 프레임과 같은 외부 프레임(54)에 힘 센싱 터치패드(10)를 장착하기 위한 현재의 바람직한 방법을 나타낸다. 상부 평면 부재(14)의 장착립(22)은 외부 프레임(54)에 견고하게 부착되어야 한다. 스프링들(20)과 터치 표면(18)은 인가된 힘에 응답하여 이동하는 것이 자유로워야 한다.

오염 면역성의 향상과 장치의 미적 감각 향상을 위하여, 프레임(54)는 스프링(20)을 숨기는 베젤(bezel; 56)을 포함한다. 먼지가 손가락 동작에 의해 슬롯들(16)로 쓸려갈 수 있기 때문에, 가리개(escutcheon; 58)이 터치 표면(18)의 상부에 장착된다. 본 발명의 현재 바람직한 실시예에 따르면, 가리개(58)은 가장 높은 위치에서 약 120밀의 높이이고, 터치 표면(18)에 어떠한 힘도 가해지지 않을 때 약 15밀의 높이를 가지는 베젤(56)과 겹(60)을 형성한다. 프레임(54)와 가리개(58)은 간편하고 값싼 재료로 형성될 수 있다. 또한, 가리개(58)은 터치하기에 좋은 층으로 도포될 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 힘에 기초한 터치 센서는 그 높이가 최대 약 200 밀보다 작기 때문에, 특히 노트북 컴퓨터에 사용하기 적합하다. 본 발명의 힘에 기초한 터치 센서는 약 1 그램 내지 약 300 그램의 압력 범위를 초과하여, 이 범위를 초과하는 9비트의 위치적 정확도를 가지고, 손가락과 펜 모두 감지할 수 있는 능력을 가진다. 본 발명의 힘에 기초한 터치 센서는 14 비트의 잡음 플로어를 가지고 약 15밀에 도달할 때 까지 통상적인 변위를 측정할 수 있다.

본 발명의 실시예와 응용은 기술되고 도시되었지만, 전술된 것 이상의 더 많은 변형들이 본 발명의 개념과 동떨어짐 없이 가능하다는 것이 본 분야의 숙련된 자들에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구 범위의 기술적 사상에 국한되지 않는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

힘 센싱 터치패드에 있어서:

실질적으로 견고한 터치 표면과;

실질적으로 견고한 프레임 부재와;

상기 터치 표면과 일체로 형성되며, 상기 프레임 부재에 기계적으로 연결된 복수개의 스프링 수단과;

상기 터치 표면과 연관되어 있으며, 상기 터치 표면과 상기 프레임 부재의 선택된 부분을 간의 거리의 단조 함수인 커패시턴스를 각기 가지며, 감지 출력력을 각기 가지는 복수개의 가변 커패시터를

을 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수개의 스프링 수단은 상기 터치 표면과 상기 프레임 부재 간의 측면 이동을 실질적으로 금지하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스프링 수단은 4개의 접혀진 대형 형태임을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 터치 표면에 인가된 힘의 크기와 위치를 판정하기 위하여 상기 복수개의 가변 커패시터들의 상기 감지 출력들과 결합된 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 터치 표면은 사각 형태임을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 복수개의 가변 커패시터들은 각각이 상기 터치 표면 상에 집중된 직사각형의 코너에 대칭적으로 위치된 4개의 가변 커패시터들을 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가변 커패시터들 각각은 상기 터치 표면 상에 배치된 제1 플레이트와 상기 프레임 부재 상에 배치된 제2 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 각각의 가변 커패시터들은 에어 갭 유전체에 의해 분리된 제1 플레이트 및 제2 플레이트를 포함하며, 상기 각 가변 커패시터의 상기 제1 플레이트는 상기 터치 표면의 하부면 상에 배치되며 상기 터치 표면과 같은 에스펙트 비를 가지는 사각 형태를 포함하고, 상기 각 가변 커패시터의 상기 제2 플레이트는 상기 프레임 부재 상에 배치됨을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 프레임 부재는 도전성 재료를 포함하며, 상기 각 가변 커패시터의 상기 제2 플레이트는 상기 프레임 부재의 일부를 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 가변 커패시터들 중 다른 한 가변 커패시터의 감지 출력들에 각기 결합되며, 상기 가변 커패시터들의 커패시턴스에 의존하는 출력 주파수를 가지는 개별 발진 회로들과;

상기 발진 회로의 출력 주파수를 측정하고 이로 부터, 힘이 상부에 인가되는 물체의 터치패드 상의 위치와 상기 힘의 크기를 판정하기 위한 수단

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 프레임 부재는 압착된 부스러기 수집 영역(depressed debris collection regions)을 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 터치 표면과 상기 스프링 수단 상에 얇은 보호 커버층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 터치 표면과 상기 스프링 수단 하부에 얇은 보호 커버층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 터치 표면은 기계적 스프링 특성에 최적화된 재료의 층과, 회로 기판 특성에 최적화된 재료의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 15

제1항에 있어서, 최대 높이가 약 200 밀(mm) 보다 작은 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 16

제1항에 있어서, 약 1 그램(gram) 하단 힘 감도(low end force sensitivity)를 가지는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드.

청구항 17

터치패드에 인가되는 힘의 크기 및 인가점을 감지하기 위한 방법에 있어서:

실질적으로 견고한 터치 표면을 제공하는 단계와;

실질적으로 견고한 프레임 부재를 제공하는 단계와;

상기 터치 표면과 일체로 형성되며, 상기 프레임 부재에 기계적으로 연결된 복수개의 스프링 수단을 제공하는 단계와;

상기 터치 표면과 연관되어 있으며, 상기 터치 표면과 상기 프레임 부재의 선택된 부분들 간의 거리의 단조 함수인 커패시턴스를 각기 가지며, 감지 출력들을 각기 가지는 복수개의 가변 커패시터들을 제공하는 단계와;

상기 터치패드에서 인가된 힘의 크기와 위치를 판정하기 위하여 상기 복수개의 가변 커패시터들의 상기 감지 출력들에 결합된 힘 판정 수단을 제공하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드의 힘 감지 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서, 상기 힘 판정 수단을 제공하는 단계는

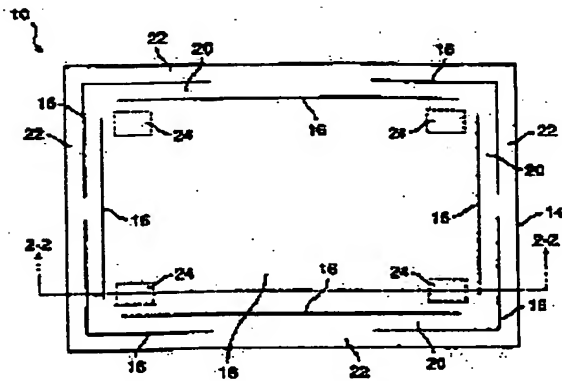
상기 가변 커패시터들 중 다른 하나의 가변 커패시터의 센스 출력들에 각기 결합되며, 상기 가변 커패시터들의 커패시턴스에 의존하는 출력 주파수를 가지는 개별 발진 회로를 제공하는 단계와;

상기 발진 회로의 출력 주파수를 측정하고 미로 부터 힘이 상부에 인가되는 물체의 터치패드 상의 위치와 상기 힘의 크기를 판정하기 위한 수단을 제공하는 단계

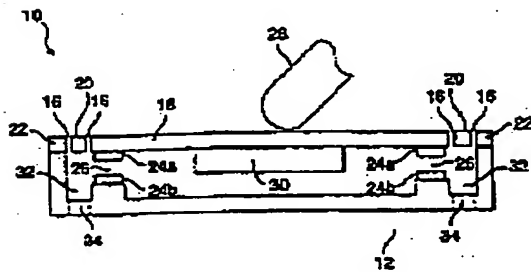
를 포함하는 것을 특징으로 하는 힘 센싱 터치패드의 힘 감지 방법.

도면

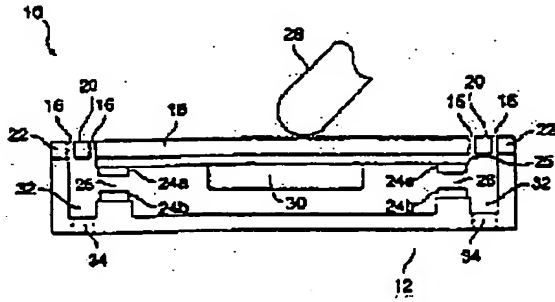
도면1



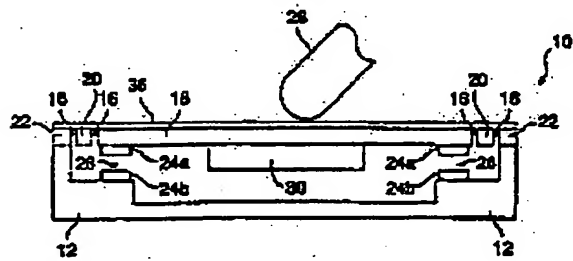
도면2a



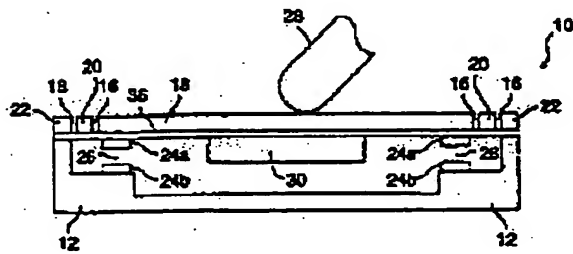
도 2b



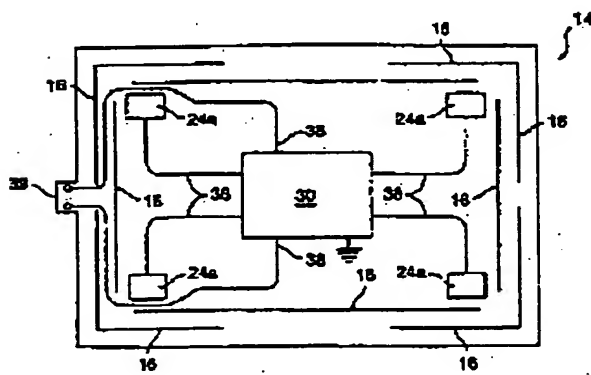
도 3a



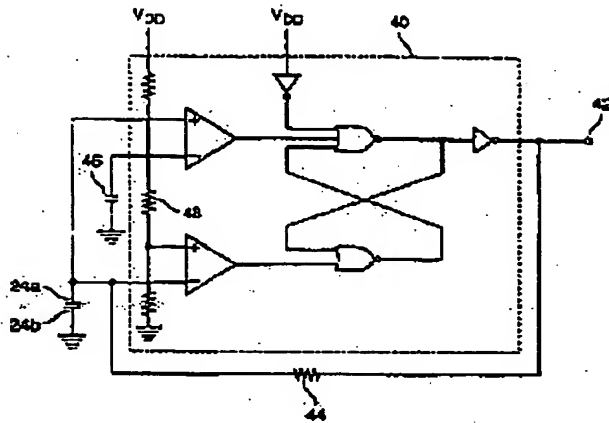
도 3b



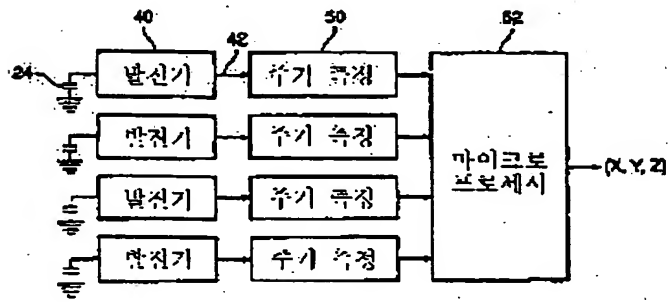
도 3c



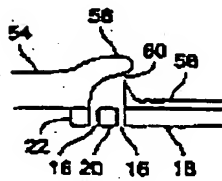
도 85



도 86



도 87



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.